DISSERTATIO

CHEMICO-PHYSIOLOGICA

INAUGURALIS,

DE

COPIA ACIDI CARBONICI

E PULMONIBUS

INTER RESPIRANDUM EVOLUTI.

24

DISSERTATIO
CHEMICO-PHYSIOLOGICA
INAUGURALIS,

DE

COPIA ACIDI CARBONICI
E PULMONIBUS
INTER RESPIRANDUM EVOLUTI:

QUAM,

ANNUENTE SUMMO NUMINE,

EX AUCTORITATE REVERENDI ADMODUM VIRI,

D. GEORGII BAIRD, SS. T. P.

ACADEMIÆ EDINBURGENÆ PRÆFECTI;

NECNON

AMPLISSIMI SENATUS ACADEMICI CONSENSU, ET

NOBILISSIMÆ FACULTATIS MEDICÆ DECRETO;

Pro Gradu Doctoratus,

SUMMISQUE IN MEDICINA HONORIBUS AC PRIVILEGIIS

RITE ET LEGITIME CONSEQUENDIS;

ERUDITORUM EXAMINI SUBJICIT

ANDREAS FYFE JUNIOR,

SCOTUS,

SOC. REG. MED. ED. SOCIUS.

VIII. Cal. Jul. horâ locoque solitis.

EDINBURGI:

EXCUDEBANT NEILL ET SOCII.

MDCCCXIV.

THOMÆ CAROLO HOPE, M. D.

CHEMIÆ

IN

ACADEMIA EDINBURGENA PROFESSORI,

&c. &c. &c.

HANC DISSERTATIONEM

D. D. C. QUE

ANDREAS FYFE.

22

DISSERTATIO

CHEMICO-PHYSIOLOGICA

INAUGURALIS,

DE

COPIA ACIDI CARBONICI

E PULMONIBUS

INTER RESPIRANDUM EVOLUTI.

ANDREA FYFE Auctore.

POSTQUAM Doctor BLACK, mutationem quam aër inter respirandum subit, potissimùm, si non solùm, ex parte hujus in Acidum Carbonicum mutatâ provenire monstraverat, et Doctor PRIESTLEY respirationem, actionem chemicam,

 haud

haud a combustione absimilem esse indicaverat, philosophi ad copiam Oxygenii consumpti, et Acidi Carbonici formati, explorandum, operam diligentiùs dederunt. De hac re autem, licèt summâ curâ a philosophis peritissimis scrutinatâ, opiniones diversæ, et inter se valdè discrepantes, prolatæ fuerunt. Alii copiam aëris exiguam usurpando, alii animalia in aërem includendo, exitus haud accuratos, ob transpirationem a cute aërem inquinantem, obtinuerunt. Aliæ res etiam, ut corporis calor, circulationis conditio, diæta, &c. iis originem erroris præbuerunt.

Hoc tentamine, primò copiam oxygenii consumpti, et acidi carbonici formati, rebus naturaliter se habentibus, dein quasdam res indicare, quæ copiam horum gasorum afficere valent, dicere in animo est.

DE

DE COPIA OXYGENII CONSUMPTI ET ACIDI CARBONICI FORMATI.

CRAWFORD et LAVOISIER inter primos hanc rem scrutinati sunt. CRAWFORD * animal in oxygenio includendo, 40.86 digitos cubicos acidi carbonici formatos fuisse, et 56.86 oxygenii evanuisse comperit, i. e. ratione 100 oxygenii ad 72 acidi carbonici.

LAVOISIER experimentis modo simili peractis, 26 grana acidi carbonici gigni, et 23.2 oxygenii absumi observavit †, i. e. mole 100 oxygenii ad 83 acidi carbonici. Acidum carbonicum ex 72 oxygenii, et 28 carbonii constat; hisce experimentis igitur, plus oxygenii quàm ad acidum carbonicum

* CRAWFORD on Animal Heat, p. 347.

† Ann. de Chimie, tom. v. p. 264.

carbonicum formandum necessarium, absumptum esse videtur. Quippe parùm accuratis, autem, ob halitum a cute aëre expirato mistum, vix fidendum est.

Goodwin ferè eundem calculum deduxit. Aëris 12 digitos cubicos inspiravit, et oxygenium absumptum et acidum carbonicum formatum, ratione 13 ad 11 fuêre observavit*, i. e. 100 ad 84.6.

Priestley etiam copiam oxygenii quæ evanuerat, majorem quàm in experimentis jam memoratis esse comperit †.

Lavoisier et Seguin etiam, ab experimentis compluribus, copiam oxygenii, quæ ab aëre certo temporis spatio abstrahitur, reperire conati sunt. Multùm, ob res varias, variare invenerunt. Mediam

---

* Goodwin, p. 51.

† Phil. Trans. vol. viii. p. 108.

Mediam copiam autem, circiter pedem cubicum, horæ spatio, adæquare repererunt, aut libras 2, unciam 1, drachmam 1, unius diei spatio, dum libras 2, uncias 5, drachmas 4, acidi carbonici, eodem tempore gigni æstimant, i. e. 100 oxygenii, ad 112 acidi carbonici.

Ex periculis tamen recentioribus, ab iisdem philosophis institutis, ad effectus respirationis, et cutis transpirationis inveniendum, exitum penitùs contrarium ducunt* Hominem nempe 38413 digitos cubicos, haud multò ampliùs 22 pedibus cubicis, vel unciis 33, drachma 1, granis 10 oxygenii, diei spatio, consumere, eodemque tempore tamen, 14930 tantùm digitos cubicos, vel uncias 17, drachmas 6, grana 4 acidi carbonici, gignere aiunt, i. e. 100 ad 515 †. His adeò discrepantibus, minimè igitur fidendum est.

Anno

* Mémoires de l'Acad. de Sciences, 1789, p. 577.

† Mém. de l'Acad. de Sciences, 1790, p. 609.

Anno 1798, MURRAY, experimentorum ad hanc rem elucidendam institutorum, Societati Medicæ Edinburgensi rationem reddidit. In vesicam, resina oblitam, et valvulis idoneis instructam, per 30 horæ momenta, inspiravit. Aëris in vesica 265 digitos cubicos, ex 16 acidi carbonici, et 44.1 oxygenii, confecti reperit. Ex calculo posteà, 270 digitos cubicos respirâsse invenit, inde 19 oxygenii absumptos esse constat. Hinc unum pedem cubicum, et 552 digitos cubicos, oxygenii, per horæ spatium, evanuisse, et acidi carbonici unum pedem, cum 192 digitis cubicis, natum esse videtur, i. e. 100 oxygenii ad 84.5 acidi carbonici *.

DAVY, anno 1800, pericula quædam de hac re instituit. In vas hydrargyro repletum inspiravit, et ope potassæ puræ, et gaseos nitrosi, copiam oxygenii absumpti, et acidi carbonici evoluti, comperit. Ille 141 digitos cubicos aëris inhalavit, 103 nitrogenii, 37 oxygenii, 1 acidi carbonici

* Records of the Medical Society of Edinburgh.

carbonici constantis; eundemque aërem expiratum, 139 adæquare, et 101 nitrogenii, 32 oxygenii, 6 acidi carbonici, componi observavit. Hoc et similia experimenta sæpiùs iteravit, et oxygenii ab 5 ad 6 digitos cubicos absumi, et ab 5 ad 5.5 acidi carbonici formari, comperit. Ab experimentis repetitis, in pulmones singulis inspirationibus 13 digitos cubicos introïsse, $12\frac{1}{2}$ singulis expirationibus emissos esse, quoque, vigesies sexies per horæ minutum respirâsse comperit. Inde, dum 31 digiti cubici oxygenii evanescunt, 26.6 acidi carbonici gigni existimat, i. e. 100 ad 84.1 *.

Allan et Pepys nuperrimè experimenta de hac re instituerunt. Cùm 3460 digiti cubici aëris atmosphærici, per 11 horæ minutos respirati fuerunt, 8.5 per centum acidi carbonici, vel 292,145 digitos cubicos totius aëris invenerunt, i. e. 26.5 digiti cubici horæ minuto. Altero periculo 9890 digitos cubicos per $24\frac{1}{2}$ minutos

---

* Researches on Nitrous Oxide, p. 434.

nutos respiraverunt, et 789.76 acidi carbonici formatos esse aiunt; i. e. horæ spatio minuti, 32 digiti cubici. In hoc, quàm in illo experimento, autem, hi philosophi respirationem magis frequentiorem fuisse, et igitur plus acidi carbonici eodem tempore evolutum esse aiunt. Priori igitur credere malunt. Thermometro calorem 50°, barometro 30.4 indicante, 26.6 digitos cubicos acidi carbonici, respiratione quàm maxime naturali, per sexagesimam horæ partem gigni existimant. Quoniam his experimentis, copia acidi carbonici formati, oxygenio consumpto, penitùs respondet, et quoniam oxygenium in acidum carbonicum mutatum, idem spatium, ac antea, occupat, copia hujusce gaseos, minuti spatio ablati, 26.6 digitos cubicos, vel per horam 159.6; die igitur 38304 adæquare oportet. Pressurâ aëris ad 30, calore ad 60° mutatis, 38304, fiunt 39534 digiti cubici oxygenii, qui tot acidi carbonici formant *. Copia acidi carbonici evoluti, hisce experimentis, ei quam Davy reperit, penitùs respondet,

* Philosoph. Transact. 1808.

respondet, fiduciam majorem igitur, iis adhibere licet. Dum hæc experimenta peragebant Allan et Pepys, copiam acidi carbonici, in aëre semel respirato, 8.5 per cent. semper adæquare invenerunt; quum sæpiùs reciprocatus fuit aër, præter quod rati erant, 9.5 tantùm, et quum inspirationes ejusdem copiæ aëris frequentissimæ fuerunt, 10 solummodò acidi carbonici, in eo contineri observarunt.

Quanquam hi auctores, haud plus oxygenii quàm ad acidum carbonicum formandum necessarium absumi notaverunt, pericula complurium aliorum partem hujusce gaseos amitti indicaverunt. Quædam experimenta suprà memorata, plus oxygenii quàm ad acidum carbonicum formandum necessarium, evanescere notaverunt. Berthollet etiam diminutionem ab 1.07 ad 4.09 hujusce gaseos comperit, inde partem hujus in sanguine retineri autumat *. Sed hæc experimenta modo jam

B vituperato

* Mém. d'Arcuel. tom. ii. p. 455.

vituperato peracta fuêre, ideò halitus cutis exitum fortassè afficisset. Berthollet ipse prætereà, sanguinem aëre objiciendo, copiam acidi carbonici emissi, penitùs oxygenio absumpto respondere comperit. Partem igitur oxygenii amissam, tantùm inter pulmonum cellulas retineri, ex difficultate, pulmones in conditionem penitùs eandem post expirationem violentem redigendi, suspicare licet.

DE REBUS QUÆ COPIAM ACIDI CARBONICI EMISSI, ET OXYGENII CONSUMPTI, AFFICERE VALENT.

Ediscendi consilio, quodatenus diæta et quædam res aliæ, mutationes quas aër inter respirandum subit, afficere valeant, experimenta sequentia institui.

Ut aëra facilè et accuratè examini subjicerem, ampulla, valvulâ idoneâ instructa, et ab inferiore parte aperta, 150 digitorum cubicorum capace,

capace, usus sum. Hæc aquâ repleta, in vas aquâ plenum inversa fuit. Labiis ori valvulæ arctè applicatis, per nares inspiravi, et iterum per os in ampullam expiravi, valvulâ ante et post singulas expirationes, clausâ et apertâ. Ita, usu, brevi aërem facillimè et quàm naturaliter hoc modo reciprocare potui. Ampullâ aëre expirato repletâ, pars hujus in vas eudiometricum transmissa est, et ope aquæ calcis, et calcis sulphureti, copia acidi carbonici, aut oxygenii, adamussim æstimata est.

Copiam acidi carbonici, e pulmonibus, rebus naturaliter se habentibus, emissam, sæpè variis diei temporibus, per complures dies, modo jam dicto, detegere conatus sum. Semper, aquâ calcis teste, copiam hujusce gaseos, circiter 8.5 per cent. adæquare inveni. Hanc igitur, copiam solitam habere volo.

Diæta ex vegetabilibus.—Die quinto ante idus Maii, diæta ex vegetabilibus uti incepi.

Die

Die 5to experimenti, vas aëre e pulmonibus repletum fuit, et examini subjectum. Aqua calcis, eandem copiam acidi carbonici, ac quum diætâ mistâ utebar, indicavit.

7mo, Aqua calcis 4.5 per cent. acidi carbonici tantum, in aëre monstravit.

8vo, Aqua calcis 4.5, sulphuretum calcis 16.5 oxygenii, = 21, in aëre exhalato adesse indicavit. Pericula variis diei temporibus iterata, semper eundem exitum dederunt.

9no, Acidi carbonici copia, penitùs eadem ac die priore fuerat.

Diæta ex Carnibus.—Pridie Calendas Junii, diæta ex carnibus vesci incepi; aëre eodem die examini subjecto, ob experimenta antecedentia, aqua calcis 4 per cent. acidi carbonici tantum, indicavit.

Die experimenti 3tio, horâ 5tâ P. M., aërem expiratum,

expiratum, aquâ calcis teste, 5 acidi carbonici per cent. continuisse reperi.

4to, Aqua calcis 7 per cent. acidi carbonici, in aëre exhalato adesse monstravit.

7mo, Aqua calcis 5 per cent. hujusce gaseos indicavit.

8vo, Aqua calcis 5 per cent. acidi carbonici, sulphuretum calcis 16 oxygenii, = 21, in aëre expirato notaverunt.

Idem experimentum die 7mo ante Calendas Decembris iteravi: quo die aëre exhalato examini subjecto, aqua calcis 7 per cent. acidi carbonici in eo adesse indicavit.

Die experimenti 3tio, aëre e pulmonibus frequenter examini subjecto, aqua calcis copiam acidi carbonici inter 6 et 7 per cent. variare monstravit. Copiâ eâdem aëris quàm sæpissimè inhalata,

inhalata, 10 per cent. hujusce gaseos aqua calcis indicavit.

4to, Aqua calcis 7 per cent., aëre semel expirato, aëre autem sæpius respirato, 10 per cent. acidi carbonici monstravit.

5to, Aqua calcis 9 per cent., aëre tamen quàm sæpissimè inhalato, 10 per cent. acidi carbonici adesse indicavit.

6to, Aëre semel inspirato, 5 per cent. tantum hujusce gaseos, et 6 per cent. in aëre per pulmones frequenter transmisso, aqua calcis monstravit.

7mo, Aër expiratus 8 per cent. acidi carbonici edidit. Sulphuretum calcis, copiam acidi carbonici penitùs eandem adesse, ac aqua calcis monstravit.

Vinum.—Die 6to ante idus Junii, vino majore copiâ potato, aër expiratus, eodem modo

ac

ac anteà, horà primà P. M., postridiè, examini subjectum fuit. Aqua calcis inter 2 et 3 per cent. acidi carbonici, sulphuretum calcis inter 18 et 19 per cent. oxygenii, = 21, indicaverunt. Experimenta eodem die sæpiùs iterata, eundem exitum dederunt.

Die postero, aër exhalatus ex oxygenii 13, acidi carbonici 8, nitrogenii 79, constare compertum fuit.

Copiâ vini minore quàm anteà iterum ingestâ, aëre postridiè horâ 9nâ A. M., examini subjecto, aqua calcis $5\frac{3}{4}$ per cent. acidi carbonici indicavit. Horâ 6tâ P. M. aqua calcis eandem hujusce gaseos copiam monstravit.

Die postero, acidi carbonici copiam penitùs eandem inveni, ac ante experimentum fuerat *.

Doctor

* Trotter, hydrogenium usu alcoholis e sanguine emitti suspicat: experimentis suprà memoratis, nullum hujusce gaseos se ostendit.

Doctor PROUT, periculis nuperrimè factis, alcohol copiam oxygenii consumpti, et acidi carbonici formati, minuere asserit. Vini $\frac{1}{2}$ pinta (Angliæ) potato, citò copiam acidi carbonici, ex 3.0 per cent. ad 2.7; et quoque, unciis tribus hujusce liquoris in ventriculum receptis, copiam hujusce gaseos, a 4.00 ad 3.00 per cent. minutam esse invenit *.

HYDRARGYRUM.—Viro syphilitide laboranti, qui hydrargyro per aliquot hebdomadas usus est, in vesicam, valvulâ instructam, expirare persuasi. Aër expiratus instanter sæpenumerò subjectus, aquâ calcis indice, 3 per cent. tantùm acidi carbonici, sulphuretum calcis indice 18 oxygenii, = 21, continuit †.

ACIDUM NITRICUM.—Per aliquot dies mensis Junii, acidi nitrici ʒſs. aquâ dilutam, dosi gradatim auctâ, potavi. Initio experimenti, aër expiratus

* THOMSON, Annals of Philosophy, Nov. 1813.

† Hic æger diætâ Nosocomii, ex carnibus, lacte, et vegetabilibus confectâ, usus est.

expiratus 8.5 per cent. acidi carbonici continuit.

Die experimenti 3tio, aqua calcis acidi carbonici 7 per cent. indicavit.

Die 6to, aqua calcis inter 6 et 7 per cent. hujusce acidi, in aëre expirato, adesse monstravit.

Die 5to ante idus Augusti, acidum nitricum eadem copiâ ac antea, per paucos dies, bibere incepi.

Die experimenti 3tio, aqua calcis, 7 per cent. acidi carbonici, in aëre expirato, indicavit.

Die 4to, aqua calcis aërem 6 per cent. hujusce acidi continere monstravit.

Quoniam copiam acidi carbonici, in aëre expirato, rebus naturaliter se habentibus, 8.5 per cent. adæquare inveni, experimentis supradictis,

dum diæta ex vegetabilibus utebar, solitæ acidi carbonici copiæ, dimidium circiter tantùm exhalâsse; hydrargyri et vini usum, copiam adhuc minorem reddere; acidum nitricum quoque, copiam quartâ parte minuere, valere constat. Ab experimentis de diæta ex carnibus peractis, hanc, copiam acidi carbonici, nullo certo modo afficere apparet.

Aliæ res, secundum auctores alios, copiam acidi carbonici emissi, mutare valent.

Respiratio anxia.—Allan et Pepys, quum respiratio anxia fit, partem oxygenii a sanguine absorberi opinantur. Quum 300 digiti cubici aëris per pulmones transiissent, defectum 18 et interdum 21, oxygenii invenerunt*.

Ellis huic sententiæ haud assentitur; sed oxygenium tantùm inter pulmonum cellulas retineri existimat; nam quo anxia fuerit respiratio,

* Phil. Trans. 1808.

tio, plus oxygenii evanescere, præterea copiam aliûs gaseos, semper vicem oxygenii occupare ait.

Aeris temperies.—Crawford animalia minus oxygenii, in calida quàm in regione frigida, absumere observavit. Animal in copia aëris gradu caloris 55°, minutorum horæ spatio 42, inclusit, et posteà aërem dodrantem amisisse invenit; dum in simili copia aëris, temperies 104° per idem tempus, dimidium tantùm oxygenii evanuisse notavit. Hunc exitum experimentis iteratis confirmavit *.

Lavoisier et Seguin etiam, virum in aëre gradu 54° caloris situm, 1344 digitos cubicos oxygenii, per horam; in aëre verò caloris 79°, per idem tempus, 1210 cubicos digitos tantùm, absumpsisse observârunt †.

Digestio.—

---

* Crawford, p. 307.

† Mém. de l'Acad. de Sciences, 1789, p. 575.

DIGESTIO.—Hi philosophi, 1800 digitos cubicos, vel interdum 1900, oxygenii, post cibum per horam evanescere invenerunt*.

Doctor PROUT etiam, copiam acidi carbonici e pulmonibus emissi, post cibum augeri, monstravit. Ante cibum 3.50 per cent., post cibum 3.70 hujusce gaseos, in aëre expirato, invenit †.

EXERCITATIO.—LAVOISIER et SEGUIN, exercitatione copiam oxygenii consumpti, comperierunt. SEGUIN onus per quartam horæ partem portans, 3200 cubicos digitos oxygenii, pro rata parte, per horæ spatium, aëre abstraxit; verò modo simili, post cibum, se exercens, 4600 digitos cubicos, hujusce gaseos, eodem tempore absumpsit ||.

Doctor PROUT quoque exercitationem copiam acidi

---

* Mém. de l'Acad. de Sciences, 1789, p. 575.

† Annals of Philosophy, Nov. 1813.

|| Ibidem.

acidi carbonici afficere monstravit. Quum se modicè exercitaverat, copiam hujusce gaseos a 3.45 ad 3.60 per cent., et alio experimento a 3.50 ad 3.60 auctam esse invenit. Cum se violentiùs exercitaverat et etiam fatigaverat, copiam acidi carbonici, contrà, a 4.10 ad 3.20 per cent. minutam esse reperit.

Loquela.—Nimiam loquelam, quippe fàtigationem inducentem, copiam etiam minuere asserit *.

Pathemata animi.—Doctor Prout pathemata animi deprimentia, copiam acidi carbonici minuere, exhilarantia contrà augere, autumat †.

Thea.—Ille etiam infusum theæ, copiam oxygenii consumpti, et acidi carbonici formati, afficere ait. Unciis tribus hujusce liquoris in ventriculum receptis, copiam acidi carbonici,

a

---

* Annals of Philosophy, Nov. 1813.

† Ibid.

a 4.00 per cent., ad 3.10, minutam esse invenit*.

TEMPUS DIEI.—Doctor PROUT experimentis, intervallis brevibus, die noctuque in se factis, per tres hebdomadas, curâ eodem tempore adhibitâ, ut status corporis idem servaretur, hanc normam instituere vult: Acidum carbonicum e pulmonibus emissum, spatio horarum 24, certâ lege minui et augeri. Copia acidi carbonici, ab hora 2da P. M. minuere incipit, et ad minimum, hora 8va P. M. cum semisse, pervenit. Ab hora 3tia A. M. cum semisse augeri incipit, et ad maximum hora 10ma A. M. attingit. Ab hora 8va P. M. cum semisse, aërem expiratum ad horam 3tiam A. M. cum semisse, 3.30 per cent. acidi carbonici continere observavit; a quo tempore, primò lentiùs, dein celeriùs, augeri notavit. Ab hora 10ma A. M. ad 2dam P. M., acidi carbonici copiam 4.10 per cent. reperit; a quo tempore, primò

* Annals of Philosophy, Nov. 1813.

primò celeriùs, dein lentiùs, minui comperit. Copia acidi carbonici ita, meridie, ex pulmonibus emissa, copiam noctu evolutam, quintâ parte superante invenit. Quum copia acidi carbonici emissi, ullo modo præter solitum aucta fuit, diminutionem posteà, augmento respondentem, subire observavit.

Ex jam dictis, copiam oxygenii consumpti, et acidi carbonici e pulmonibus evoluti, a variis rebus variari posse, constat. Haud nunc in animo est, aliquid ex iis inferre. Experimenta hujusmodi, et in sanis, et in ægris, posteà diligenter peragendo, et si hæc jamjam memorata, ab experimentis aliorum confirmentur, aliquid fortassè, medicinæ utile, deducere possimus.

FINIS.